ESERCIZIO – Un velivolo avente peso $W = 58000$ N, carico alare $W/S = 2260$ N/m² vola in orizzontale alla quota $z = 3000$ m con un'incidenza $\alpha = 4°$. L'ala è a pianta rettangolare e ha allungamento $AR = 6.8$. Il motore funziona a 2200 giri/min e comanda l'elica tramite un riduttore avente rapporto di trasmissione $\tau_r = 4/5$. Il rendimento dell'elica è $\eta_e = 0.82$. È assegnata la polare.

$\alpha°$	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
C_L	0	0.18	0.40	0.62	0.84	1.03	1.19	1.33	1.40	1.35
C_D	0.022	0.023	0.031	0.044	0.061	0.078	0.101	0.127	0.159	0.185

Determinare le diverse incidenze α_d e α_s che si dovrebbero dare ai due semipiani per compensare la coppia di reazione lasciando inalterata la portanza.
Calcolare la resistenza D_d e D_s dei due semipiani e determinare il momento imbardante che si genera.
Calcolare la traslazione laterale dell'asse dell'elica necessaria per compensare il momento imbardante.

SVOLGIMENTO – All'incidenza di $\alpha = 4°$ corrispondono

$$C_L = 0.40 \quad e \quad C_D = 0.031$$

- Ricaviamo la superficie alare:

$$S = W/(W/S) = 58000/2260 = 25.66\ m^2$$

- Calcoliamo la velocità di V.O.R.O. e la potenza necessaria
- $z = 3000$ m è $\rho = 0.9092$ Kg/m³

$$V = \sqrt{\frac{2\,W/S}{\rho\, C_L}} = \sqrt{\frac{2 * 2260}{0.9092 \times 0.40}} = 111.48\ m/s$$

Si ha:

$$\Pi_n = T \cdot V = C_D S \frac{1}{2} \rho V^3 = \frac{1}{2} * 0.031 * 25.66 * 0.9092 * 111.48^3 = 501\ KW$$

In VORO è $\qquad \Pi_a = \Pi_d \, . \rightarrow \Pi_e = \frac{\Pi_d}{\eta_e} = \frac{501k}{0.82} = 611\,kW$

potenza che deve fornire l'elica tenendo conto del rendimento.

□ Calcolo la velocità angolare dell'elica:

$$n_e = n_m \cdot \tau_r = 2200 \cdot \frac{4}{5} = 1760 \text{ giri/min}$$

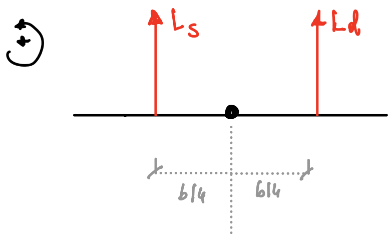
$$\omega_e = 1760 * 2\cdot\pi/60 = 184{,}21 \text{ rad/s}$$

La coppia di reazione è uguale e contraria alla coppia dell'elica.

$$C_r = C_e = \Pi_e/\omega_e = 611k/184{,}21 = 3317 \text{ N}\cdot\text{m}$$

La coppia di reazione è compensata dalla coppia dovuta alla differente portanza applicata ai due semipiani:

$$\begin{cases} -L_s \frac{b}{4} + L_d \frac{b}{4} = C_r \\ L_s + L_d = L = W \end{cases}$$



Ricaviamo l'apertura alare:

$$AR = \frac{b^2}{S} \rightarrow b = \sqrt{AR * S} = \sqrt{6.8 * 25.66} = 13{,}21\,m$$

$$\begin{cases} L_d - L_s = \frac{C_r * 4}{b} \\ L_s + L_d = W \end{cases} \rightarrow \begin{cases} L_d - L_s = \frac{3317 * 4}{13{,}21} = 1004{,}4\,N \\ L_s + L_d = 58000\,N \end{cases}$$

Sommando m. a m. è:

$$2\,L_d = 59004.4\,N \rightarrow L_d = 29502\,N$$
$$L_s = 58000 - L_d = 28498\,N$$

Ricaviamo i coefficienti di portanza per le due semiali.

- $L_d = C_{L_D} S_D \frac{1}{2} \rho V^2 \rightarrow C_{L_D} = \dfrac{2 L_d}{S_D \rho V^2}$

$$\rightarrow C_{L_S} = \frac{2 L_S}{S_S \rho V^2}$$

dove $S_D = S_S = S/2 = 25.66/2 = 12,83 m^2$

$$C_{L_D} = \frac{2 * 29502}{12,83 * 0.9092 * 111,48^2} = 0.4070$$

$$C_{L_S} = \frac{2 * 28498}{12,83 * 0.9092 * 111,48^2} = 0.3931$$

Da qui possiamo ricavare i valori delle incidenze

DESTRA		SINISTRA	
4	0.40	2	0.18
x	0.4070	x	0.3931
6	0.62	4	0.40

$$\frac{\alpha_d - \alpha_1}{\alpha_2 - \alpha_1} = \frac{C_{L_d} - C_{L_1}}{C_{L_2} - C_{L_1}} \qquad \frac{\alpha_S - \alpha_1}{\alpha_2 - \alpha_1} = \frac{C_{L_S} - C_{L_1}}{C_{L_2} - C_{L_1}}$$

$$\alpha_d = \frac{C_{L_d} - C_{L_1}}{C_{L_2} - C_{L_1}} (\alpha_2 - \alpha_1) + \alpha_1 \qquad \alpha_S = \frac{C_{L_S} - C_{L_1}}{C_{L_2} - C_{L_1}} (\alpha_2 - \alpha_1) + \alpha_1$$

$$\alpha_d = \frac{0.4070 - 0.40}{0.62 - 0.40} (6 - 4) + 4 = 4.06^\circ \qquad \alpha_S = \frac{0.3931 - 0.18}{0.40 - 0.18} (4 - 2) + 2 = 3.94^\circ$$

$$\boxed{\alpha_d = 4.06^\circ} \qquad \boxed{\alpha_S = 3.94^\circ}$$

Per calcolare le resistenze dei due semipiani ricaviamo, con l'interpolazione lineare, i coefficienti di resistenza:

4	0.031	2	0.023
4,06	C_{D_D}	3.94	C_{D_S}
6	0.044	4	0.031

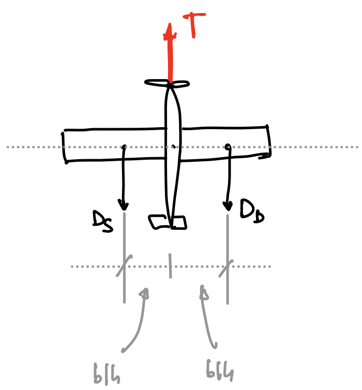
- $$\frac{4.06-4}{6-4} = \frac{C_{D_D}-0.031}{0.044-0.031} \rightarrow C_{D_D} = 0.03139$$

- $$\frac{3.94-2}{4-2} = \frac{C_{D_S}-0.023}{0.031-0.023} \rightarrow C_{D_S} = 0.03076$$

Quindi

$$D_D = C_{D_D}\, S_D \tfrac{1}{2} \rho V^2 = 0.03139 * 12{,}83 * \tfrac{1}{2} * 0.9092 * (111{,}43)^2 = 2273\ N$$

$$D_S = C_{D_S}\, S_S \tfrac{1}{2} \rho V^2 = 0.03076 * 12{,}83 * \tfrac{1}{2} * 0.9092 * (111{,}43)^2 = 2228$$



$$M = D_D \cdot \frac{b}{4} - D_S \frac{b}{4} = \frac{b}{4}(D_D - D_S) =$$

$$= \frac{13{,}21}{4}(2273 - 2228) = 148{,}61\ N\cdot m$$

L'asse dell'elica dovrà essere spostato di una p.te y in modo tale che:

$$T \cdot y = M \rightarrow y = \frac{M}{T}$$

dove

$$T = D_D + D_S = 2273 + 2228 = 4501\ N \rightarrow y = \frac{148{,}61}{4501} = 3.30 \cdot 10^{-2}\ m$$

$= 3{,}30$ cm